

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Математическое моделирование геофизических процессов Б1.В.ОД.6

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Куштанова Г.Г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2015

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Куштанова Г.Г. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем ,
Galya.Kushtanova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Математическое моделирование геофизических процессов является изучение основ метода математического моделирования метода конечных разностей, проведения вычислительного эксперимента на примере уравнения в частных производных типа теплопроводности (уравнения однофазной фильтрации).

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.03 Радиофизика и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Для освоения содержания дисциплины необходимо знание основ математического анализа, физики. Она формирует общекультурные и профессиональные компетенции, необходимые для прохождения учебной и производственной практик, освоения модулей профессионального цикла.

Курс предназначен для магистрантов 1 года обучения, 2 семестр

Магистратура "Радиофизические методы по областям применения"

М2.Б.1, профессиональный цикл

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью описывать новые методики инженерно-технологической деятельности
ОНК-3	способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

принципы построения математических моделей, преимущества и сложности различного типа разностных схем, погрешности дискретизации, условия устойчивости.

2. должен уметь:

построить разностную схему уравнения типа теплопроводности, выбрать тип схемы, реализовать ее программно, проверить сходимость разностной схемы и провести вычислительный эксперимент,

3. должен владеть:

владеть методом построения разностных схем и граничных условий, методом прогонки.

выполнить численное моделирование уравнения типа теплопроводности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Понятие модели и моделирования. Вычислительный эксперимент	2	1	2	2	0	устный опрос
2.	Тема 2. Методы дискретизации уравнений в частных производных.	2	2-3	4	4	0	устный опрос
3.	Тема 3. Типы схем.	2	4	2	2	0	устный опрос
4.	Тема 4. Решение разностных уравнений.	2	5-7	6	6	0	устный опрос
5.	Тема 5. Граничные условия.	2	8-9	4	4	0	устный опрос
6.	Тема 6. Разностная схема для одномерного параболического уравнения с переменными коэффициентами.	2	10-12	6	6	0	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Свойства разностных уравнений.	2	13-14	4	4	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			28	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Понятие модели и моделирования. Вычислительный эксперимент

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Физическое моделирование. Основные понятия математического моделирования. Принципы построения математических моделей. Вычислительный эксперимент

практическое занятие (2 часа(ов)):

Теория подобия и анализ размерностей

Тема 2. Методы дискретизации уравнений в частных производных.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Дискретизация по пространству, дискретизация по времени. Погрешности дискретизации. Устойчивость численного алгоритма. Условие Куранта. Типы сеток: блочно-центрированная и с распределенными узлами.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Дискретизация уравнения типа теплопроводности

Тема 3. Типы схем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Явные схемы, неявные. Схема Кранка-Николса. Интегро-интерполяционный метод построения разного уравнения

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение различных типов схем для уравнения типа теплопроводности

Тема 4. Решение разностных уравнений.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Метод прогонки. Условия существования и единственности решения системы. Условия устойчивости счета по рекуррентным формулам. Итерационные методы решения.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Реализация метода прогонки. Анализ устойчивости

Тема 5. Граничные условия.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Разностные краевые условия явные и неявные. Метод фиктивных точек.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Разностные краевые условия 1 и 2 рода (неявные)

Тема 6. Разностная схема для одномерного параболического уравнения с переменными коэффициентами.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Наилучшая разностная схема для параболического уравнения, виды осреднения коэффициентов

практическое занятие (6 часа(ов)):

Реализация неявной схемы и схемы Кранка-Николса для параболического уравнения с переменными коэффициентами

Тема 7. Свойства разностных уравнений.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Свойство транспортности. Свойство консервативности. Представление конвективных членов уравнения.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Проверка способа транспортности при различных формах записи конвективного члена

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Понятие модели и моделирования. Вычислительный эксперимент	2	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Методы дискретизации уравнений в частных производных.	2	2-3	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
3.	Тема 3. Типы схем.	2	4	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
4.	Тема 4. Решение разностных уравнений.	2	5-7	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
5.	Тема 5. Граничные условия.	2	8-9	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
6.	Тема 6. Разностная схема для одномерного параболического уравнения с переменными коэффициентами.	2	10-12	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
7.	Тема 7. Свойства разностных уравнений.	2	13-14	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
	Итого				52	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, подготовка и представление докладов, проведение блиц-опросов, применение роли экспертов для студентов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Понятие модели и моделирования. Вычислительный эксперимент

устный опрос , примерные вопросы:

Что такое моделирование. Что понимается под физическим моделированием. Виды математического моделирования. Принципы построения математических моделей
Вычислительный эксперимент 6. Оценка адекватности модели

Тема 2. Методы дискретизации уравнений в частных производных.

устный опрос , примерные вопросы:

Назовите методы дискретизации. Проиллюстрируйте на примере уравнения теплопроводности. Погрешности дискретизации, сходимость разностной схемы. Почему метод называется методом конечных разностей.

Тема 3. Типы схем.

устный опрос , примерные вопросы:

Чем отличаются явные схемы от неявных. К какому виду схем относится схема Кранка-Николса. Что означает устойчивость схемы. Назовите устойчивые схемы. Метод анализа устойчивости Неймана. Какое условие налагается на шаги неустойчивой разностной схемы.

Тема 4. Решение разностных уравнений.

устный опрос , примерные вопросы:

Методы решения разностных схем Условия, налагаемые на коэффициенты матрицы в методе прогонки

Тема 5. Граничные условия.

устный опрос , примерные вопросы:

Опишите метод фиктивной точки. Дискретизация интегро-интерполяционным методом

Тема 6. Разностная схема для одномерного параболического уравнения с переменными коэффициентами.

контрольная работа , примерные вопросы:

Записать неявную разностную схему для параболического уравнения с переменными коэффициентами. Виды представления коэффициентов в полуцелых точках

Тема 7. Свойства разностных уравнений.

устный опрос , примерные вопросы:

Что означает свойство транспортности уравнения. Что означает свойство консервативности уравнения.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации студентов выполняется одно задание по основным разделам дисциплины.

Задание: написать разностную схему указанного типа для уравнения пьезопроводности с постоянными или переменными коэффициентами, заданными граничными и начальными условиями. Составить программу. Проверить сходимость и устойчивость. Провести вычислительный эксперимент по изучению влияния коэффициента пьезопроводности на время формирования квазистационарного режима, величину депрессии.

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ И ЗАЧЕТУ

1. Метод дискретизации на основе ряда Тейлора.
2. Интегро-интерполяционный метод.
3. Явные, неявные схемы.
4. Схема Кранка-Николса.
5. Метод прогонки, условия устойчивости, единственности.
6. Метод фиктивных точек.
7. Представление конвективных слагаемых в уравнении.
8. Типы используемых сеток.
9. Условие устойчивости численного алгоритма.

Автор(ы):

Куштанова Г.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н. _____

"__" _____ 201__ г.